



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 26 864 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 F 1/34**  
B 08 B 15/00  
F 23 J 11/00  
// B 08 B 15/00

⑳ Aktenzeichen: 197 26 864.1  
㉔ Anmeldetag: 24. 6. 97  
㉕ Offenlegungstag: 4. 2. 99

DE 197 26 864 A 1

㉑ Anmelder:  
Waldner Laboreinrichtungen GmbH & Co, 88239  
Wangen, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Wilhelms, Kilian & Partner, 81541 München

㉓ Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

㉔ Entgegenhaltungen:  
DE 1 95 45 948 C2  
DE 42 37 902 C2  
DE 93 15 513 U1  
GB 15 31 143  
US 47 54 651  
US 44 81 829  
US 39 37 082  
WO 92 22 790  
WO 89 03 977

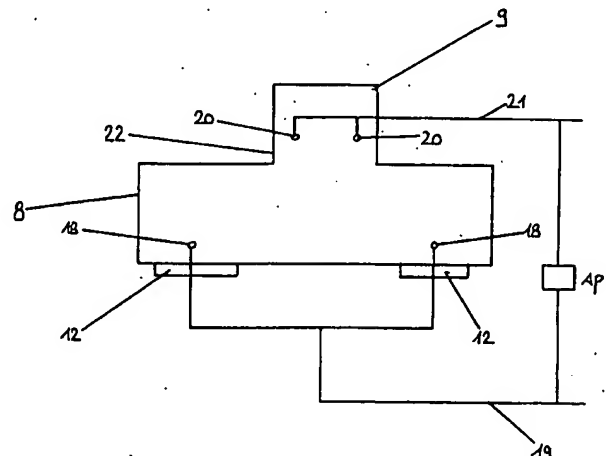
Pat.Abstr. of Japan, P-1790, 1994,  
Vol. 18, Nr. 450, JP 6-147943 (A);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉕ Vorrichtung zum Messen des Abluftvolumenstroms in einem Abzug

㉖ Vorrichtung zum Messen des Abluftvolumenstroms in einem Abzug mit dem Abluftsammelkanal 8 angeordneten Druckmeßstellen. Es sind zwei Druckmeßstellen im Abluftsammelkanal 8 vorgesehen, von denen die eine 18 nahe an den Öffnungen 17 zum Innenraum des Abzuges und die andere 20 nahe am Anschluß 9 des Abluftsammelkanals 8 zu einem bauseitigen Abluftsystem liegt. Ein Drucksensor mißt die Druckdifferenz zwischen den Meßstellen 18, 20 und liefert ein Meßsignal, das an einer Einrichtung liegt, die daraus den Abluftvolumenstrom bildet.



DE 197 26 864 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen des Abluftvolumenstroms in einem Abzug mit im Abluftsammelkanal angeordneten Druckmeßstellen.

Abzüge sind üblicherweise mit ihrem Innenraum über Öffnungen mit einem Abluftsammelkanal verbunden, der an eine Entlüftungsanlage anschließbar ist, und mit einer Vorrichtung zum Messen des Abluftvolumenstroms versehen.

Abzüge verlangen einen konstanten oder geregelten Volumenstrom, da sonst mit einer Fehlfunktion zu rechnen ist. Üblicherweise wird der Abluftvolumenstrom oder die Luftmenge in Abzügen dadurch bestimmt, daß der statische Druckverlust im Abzug gemessen wird. Das ist das einfachste Verfahren. Dazu wird an einer geeigneten Stelle des Abzugs eine Bohrung vorgesehen und wird der statische Druckverlust des Abzugs gegenüber dem Umgebungsdruck bestimmt. Diese Meßstelle liefert ein gut verwertbares Signal, das allerdings stark vom Abzugstyp abhängt. Es muß daher für jeden Abzugstyp eine Kennlinie aufgenommen werden, die ihrerseits von der Schieberstellung und weiterhin von Raumdruckschwankungen abhängig ist.

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung des Abluftvolumenstroms in einem Abzug besteht darin, eine zusätzliche Meßblende in den Abzug oder in die Verbindung zwischen dem Abzug und dem bauseitigen Entlüftungssystem einzubauen. Meßblenden erfordern nach DIN 1952 jedoch eine Anlaufstrecke gleich dem 5–10fachen Durchmessers, die an dieser Stelle nicht erreicht werden kann. Meßblenden schnüren darüber hinaus die Abluft ein, so daß eine Erhöhung des Geräuschpegels und des Druckverlustes die Folge ist.

Schließlich werden auch Meßkreuze eingesetzt, die gute Ausgangssignale liefern und zwar unabhängig von der Anströmung. Sie sind jedoch sehr verschmutzungsanfällig und daher bei Abluftabzügen nicht einsetzbar.

Aus der DE 42 37 902 C2 ist es weiterhin bekannt, an einer geeigneten Stelle des Abluftsammelkanals, d. h. nahe an den Öffnungen zum Innenraum zwei Druckmeßstellen vorzusehen, deren Meßsignale anschlusunabhängig sind, da an diesen Stellen anschlusunabhängige Strömungsverhältnisse herrschen. Auch dieses Verfahren der Bestimmung des Volumenstroms im Abzug ist ein statisches Verfahren, d. h. ein Verfahren, bei dem ein statischer Druck gemessen wird, was die oben erwähnten Probleme mit sich bringt. Die aus der DE 42 37 902 C2 bekannte Ausbildung liefert darüber hinaus nur ein geringes Nutzsignal.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht daher darin, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die unabhängig von den Anschlußbedingungen ein gut verwertbares Meßsignal bringt, das unabhängig vom Raumdruck ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll insbesondere so ausgebildet sein, daß bestehende Abzüge einfach nachgerüstet werden können.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Ausbildung gelöst, die im Patentanspruch 1 angegeben ist.

Bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Gegenstand der Patentansprüche 2 und 3.

Im folgenden wird anhand der zugehörigen Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine Seitenschnittansicht eines Abzuges,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines Abluftsammelkanals eines Abzugs,

Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines weiteren Abluftsam-

melkanals,

Fig. 4 Meßkurven, die von Meßeinrichtungen im Abzug geliefert werden,

Fig. 5 eine Schnittansicht eines Rohrstutzens im einzelnen und

Fig. 6 die Anordnung eines Drucksensors und die am Drucksensor herrschenden Strömungsverhältnisse.

Wenn der Volumenstrom eines Laborabzugs, d. h. des Arbeitsplatzes eines Chemikers, gemessen werden soll, müssen die verwandten Meßsensoren und die Abluftmeßstutzen so ausgebildet bzw. gewählt sein, daß sie den Beanspruchungen standhalten, die dadurch hervorgerufen werden, daß aufgrund der Arbeitsbedingungen der Abzug stark korrosiv und/oder stark verschmutzt ist.

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht eines üblichen Laborabzugs 1. Der Laborabzug 1 weist einen Arbeits- oder Innenraum 2 auf, der von einem Gehäuse 3 umgeben ist. An der vorderen offenen Seite des Gehäuses 3 ist ein Schieber 4 vorgesehen, der horizontal oder vertikal verschiebbar angeordnet ist und über den Luft aus dem Laborraum in den Laborabzug 1 strömt. Die einströmende Laborluft 5 wird im Abzug verschmutzt. Die verschmutzte Luft 7 wird in einen Abluftsammelkanal oder eine Abluftsammeleinrichtung 8 abgesaugt und an einer Stelle 9 in das bauseitige Abluftsystem abgegeben. Üblicherweise wird über einen Anschlußschlauch 10 die Abluft in Sammelkanäle 11 abgesaugt. Aus schallschutztechnischen Gründen ist der Raum 15 oberhalb des Laborabzugs 1 mit Blenden 13 zur Decke bzw. zu den bauseitigen Wänden verblendet.

Im Raum 15 befinden sich die Abluftleitungen, dort können aber auch Zuluftleitungen vorgesehen sein. Im Raum 15 muß je nach Undichtigkeiten daher mit Über- und Unterdrücken gerechnet werden. Wird im Raum 15 eine statische Druckmessung vorgenommen, so kann der Druck im Laborraum vom Druck im Raum 15 nach oben oder nach unten abweichen.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel der Ausbildung einer Abluftsammeleinrichtung oder eines Abluftsammelkanals 8. Der Abluftsammelkanal 8 ist an wenigstens einer, vorzugsweise jedoch an mehreren Öffnungen 17 mit dem Innenraum 2 des Laborabzugs verbunden. Der Abluftsammelkanal 8 endet bei 9. Nahe an den Öffnungen 17 zum Innenraum 2 des Laborabzugs befinden sich Druckmeßstellen 18, die über eine Leitungen 19 miteinander verbunden sind, an der sich somit ein Mittelwert ergibt. Die Druckmeßstellen 18 sind so angeordnet, daß sie Meßergebnisse liefern, die unabhängig von dem darunter befindlichen Abzug oder den Anschlußverhältnissen am Ende 9 des Abluftsammelkanals 8 sind. Der Abluftsammelkanal 8 führt die Teilluftströme, die durch die Öffnungen 17 einströmen, zusammen und vereinigt diese Teilluftströme zu einem Stutzen 22, wonach am Ende 9 der vereinigte Luftstrom an das Abluftsystem abgegeben wird. Zwischen der Zusammenführung am Stutzen 22 und dem Ende 9 des Abluftsammelkanals 8 befindet sich wenigstens eine Druckmeßstelle 20. Wenn mehrere Meßstellen 20 vorgesehen sind, sind diese an einer gemeinsamen Meßleitung 21 zusammengeführt. Zwischen den Leitungen 19 und 21 wird der Differenzdruck über eine geeignete Einrichtung gemessen.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Abluftsammelkanals 8. Wie bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind Druckmeßstellen 18 nahe an den Öffnungen 17 zum Innenraum des Laborabzugs, d. h. nahe an den Lufteinlässen zum Abluftsammelkanal 8 angeordnet. Die Druckmeßstellen 18 sind mit einer Sammelleitung 19 verbunden, die den unteren Druckwert liefert. Im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel, das in Fig. 2 dargestellt ist, weist der in Fig. 3 dargestellte Abluftsammelkanal 8 jedoch einen abgerundeten Übergang 23 zum Stutzen 22 auf, der am Ende 9 die Abluft erneut an ein technisches Entlüftungssystem abgibt. An einer Stelle 20 befindet sich wenigstens

eine Probeentnahmebohrung, die mit einer Meßleitung 21 verbunden ist, an der ein statischer Druck gemessen wird. Der statische Druck an der Leitung 21 entspricht dem gesamten statischen Druckverlust des Abzugs und des Abluft-sammelkanals 8. Bedingt durch den abgerundeten Übergang 23 hat das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel ein bedeutend niedrigeres Druckniveau und eine geringere Geräuschentwicklung als das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel. An einer Stelle 24 befindet sich eine weitere Druckentnahme, wobei mehrere Druckentnahmestellen 24 an einer Sammelleitung 25 zusammengefaßt sein können. In dieser Weise kann ein Differenzdruck zwischen den Stellen 19 und 25 bzw. 19 und 21 gemessen werden.

Fig. 4 zeigt die Druckverhältnisse an den einzelnen Druckmeßstellen bei einem üblichen Laborabzug. Die Kurve 34 entspricht dem gesamten statischen Druckverlust des Abzuges, der sich an der Meßstelle 21 ergibt. Die Kurve 35 zeigt das erreichbare Druckniveau an der Meßstelle 19. Die Kurven lassen sich in der Beziehung  $\Delta p = (V/c)^2$  ausdrücken. Wenn aus den statischen Drucksignalen der Kurven 34 und 35 Differenzdrucksignale gebildet werden, ergibt sich die Kurve 36, die den Differenzdruck zwischen den Kurven 34 und 35 wiedergibt. Es ist ersichtlich, daß das erreichbare Signal niedriger als an der Kurve 35 ist, da es sich um das Signal 34 abzüglich des Signals 35 handelt. Würden die Signale am Abluft-sammelkanal in Fig. 2 abgegriffen, wäre das Signal 36 aufgrund des hohen Eigendruckverlustes im Abluft-sammelkanal nach Fig. 2 ausreichend hoch. Bei einem üblichen Laborabzug, der im Abluft-mengenbereich von 300 m<sup>3</sup> bis 600 m<sup>3</sup> überwacht wird, ergeben sich nur Nutzsignale von 5 Pa bis 20 Pa, was für handelsübliche Differenzdrucksensoren zu wenig ist. Die Kurve 38 zeigt das erreichbare statische Meßsignal an der Stelle 25, das dem Differenzdruck zwischen der Stelle 19 und der Kurve 37 entspricht, so daß an dieser Stelle wesentlich höhere Differenzdrücke gemessen werden können.

Bei einem Abluft-sammelkanal, der in Fig. 2 dargestellt ist, ist der statische Druckverlust 34 durch die ungünstigen Strömungsverhältnisse so hoch, daß an der Stelle 20 ein ausreichendes Signal zur Verfügung steht. Eine Druckerhöhung an den Stellen 24 und 25 ist daher nicht notwendig.

Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht durch den Stutzen 22. Die Druckentnahmebohrung 20 ist bündig mit der Innenkante des Stutzens 22, so daß der statische Druckverlust an dieser Stelle gemessen werden kann. Werden mehrere Druckentnahmebohrungen 20 in einer Regelleitung zusammengefaßt, kann der Mittelwert des statischen Druckverlustes über den Querschnitt des Stutzens 22 ermittelt werden.

Fig. 5 zeigt weiterhin die Ausbildung der Meßstelle 24. Die Meßstelle 24 ragt um etwa 50 mm in das Innere des Stutzens 22. Auf diese Weise wird an der Stelle 24 nicht nur der statische Druck sondern der Totaldruck der Strömung gemessen. Der Totaldruck der Strömung setzt sich aus dem statischen und dem dynamischen Druck der Strömung zusammen und ist damit höher als der reine statische Druck. Auf diese Weise wird eine Erhöhung des Drucksignals erreicht. Wichtig ist, daß bei dem Ausführungsbeispiel der Meßstelle 24 gemäß Fig. 5 diese ca. 50 mm in einem Rohrstutzen mit einem Durchmesser von 250 mm, d. h. in den Abluftkanal hineinragt. Bei Verwendung von kleineren Rohren ragt die Meßstelle 24 um etwa 20% des Rohrdurchmessers in das Rohr. Die Meßstelle 24 hat einen Innendurchmesser von ca. 3 bis 5 mm um ein ausreichend großes Signal zu erhalten und eine Verschmutzung zu erschweren. Die Meßstelle 24 weist weiterhin Öffnungen quer zur Strömung auf, so daß keine direkte Verschmutzung erfolgen kann. Zur Anbringung der Meßstelle 24 wird eine Bohrung in den Stutzen 22 eingebracht. Danach wird die Meßeinrich-

tung eingeschoben, so daß sie in der Bohrung zwischen Rastpunkten 29 und 30 einrastet. Auf diese Weise kann die Meßstelle 24 einfach und auch nachträglich in den Stutzen 22 eingebaut werden.

Aus Fig. 4 ist erkennbar, daß an der Stelle 24 ein hohes Meßsignal erzielt werden kann, da der Totaldruck  $P_t = P_s + P_d$  aus dem statischen und dem dynamischen Druck gemessen wird. Damit läßt sich an der Stelle 24 bzw. 25 als Mittelwert aus mehreren Punkten 24 an der Stelle 25 ein Druck ermitteln, der durch die Kurve 38 wiedergegeben ist. Als Differenzdruck zwischen den Kurven 35 und 38 ergibt sich die Kurve 37. Die Kurve 37 liegt höher als die Kurve 36. Bei dem bereits erwähnten Laborabzug läßt sich zwischen 300 und 600 m<sup>3</sup>/h ein Nutzsignal zwischen 25 und 50 Pa erreichen.

Die Anordnung der Meßstelle 24 hat mehrere Vorteile:

- bedingt durch die Einsteckbarkeit kann die Vorrichtung leicht nachgerüstet werden.
- Die Meßstelle 24 kann zu Reinigungszwecken demontiert werden.
- Sie kann gleichfalls ersetzt werden.
- Gegebenenfalls kann durch Einstellungen an der Einstecklänge der Meßstelle 24 das Nutzsignal verändert werden.

Die Meßstellen 17 und 18 können ähnlicherweise angebracht oder ausgebildet sein.

Fig. 6 zeigt den schematischen Einbau der Druckmeßeinrichtung, d. h. eines Drucksensors 31 zwischen den Stellen 19 und 21 bzw. 25. Der Drucksensor 31 ist ein statischer Drucksensor mit Membran. Befindet sich eine hohe Schadstoffmenge im Abluft-sammelkanal 8 oder im Stutzen 22, so kann es zu Diffusionseffekten kommen. Die Schadstoffe können durch diese Diffusionseffekte bis zur Membran des Drucksensors 31 wandern und diese mit der Zeit zerstören. Daher sind die Sammelleitungen 19, 21, 25 durch Verlängerungen 32, 33 über die Meßstutzen 34, 35 des Drucksensors 31 hinaus verlängert. Bedingt durch den Unterdruck im Abluft-sammelkanal 8 bzw. im Stutzen 22 strömt Luft aus dem Laborraum in die Verlängerungen 32 und 33. Der Drucksensor 31 hängt zwischen den Meßstutzen 34 und 35 und mißt den Differenzdruck an den Meßstutzen 34, 35, der durch die Nachströmung von 32 nach 21/25 bzw. von 33 nach 19 entsteht. Ist die Länge der Verlängerungen 32, 33 im Vergleich zu den Längen der Leitungen 21, 25 und 19 groß, so wird an den Stellen 34, 35 nahezu der gleiche Differenzdruck wie zwischen 19 und 21 bzw. 19 und 25 gemessen, so daß sich keine Änderung des Signals ergibt. Auf diese Weise kann es jedoch nicht zu Diffusionseffekten kommen, da frische Luft aus dem Laborraum nachströmt. Es ist dabei wichtig, daß der Raumdruck niedriger als der Druck im Abluft-sammelkanal 8 bzw. im Stutzen 22 ist. Vorzugsweise sind die Enden der Verlängerungen 32, 33 in den Raum 15 des Abzugs verlängert.

Mit Hilfe der statischen Meßstellen, die in der oben beschriebenen Weise vorgesehen sind, kann im Abluft-sammelkanal ein Differenzdruck gebildet werden, der zur Bestimmung des Abluftvolumenstroms herangezogen werden kann. Der gesamte Abluft-sammelkanal wird mit Hilfe einer Kalibrierungsmessung vermessen und enthält einen Blendenfaktor nach der Formel  $p = (V/c)^2$ . Über einmal erstellte Werte kann künftig der Volumenstrom des Abzugs bestimmt und über eine Abluftüberwachung mittels eines Drucksensors ständig überwacht werden. Da es sich um eine Differenzdruckmessung handelt, ist die Kalibrierkurve unabhängig vom Abzug, auf dem der Abluft-sammelkanal sitzt. Die Messung ist darüber hinaus unabhängig von der Schieber-

stellung. Die bei einer statischen Messung auftretende Druckänderung im Innenraum 2 des Abzuges je nachdem, ob der Schieber 4 geschlossen oder geöffnet ist, da dadurch die Nachströmung beeinflusst wird, ist durch die Differenzdruckmessung ausgeschlossen. Die Meßkurven 36 und 37 sind von den Anschlußbedingungen unabhängig. Die Meßstelle 21 ist so angeordnet, daß sie unabhängig von der Abströmung ist, da zum einen der Abluftsammelkanal 8 eine integrierende Wirkung hat und zum anderen alle Meßstellen so angeordnet sind, daß sie mehrfach vorhanden sind und dadurch integrierend wirken.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen des Abluftvolumenstroms in einem Abzug mit im Abluftsammelkanal angeordneten Druckmeßstellen **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei Druckmeßstellen im Abluftsammelkanal angeordnet sind, von denen die eine nahe an Öffnungen (17) zum Innenraum (2) des Abzuges und die andere nahe am Anschluß (9) des Abluftsammelkanals zu einem äußeren bauseitigen Abluftsystem liegt, und ein Drucksensor (31) vorgesehen ist, der den Differenzdruck zwischen den beiden Meßstellen mißt und dessen Meßsignal an einer Einrichtung liegt, die daraus den Abluftvolumenstrom bildet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstelle in der Nähe des Anschlusses (9) zum Abluftsystem so angeordnet ist, daß der Totaldruck abgenommen wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Differenzdrucksensor (31) so angeordnet ist, daß er die Druckdifferenz zwischen zwei nachströmenden Volumenströmen mißt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Druckmeßstellen (18, 24) so ausgebildet sind, daß sie nachträglich ein- und ausgebaut werden können.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

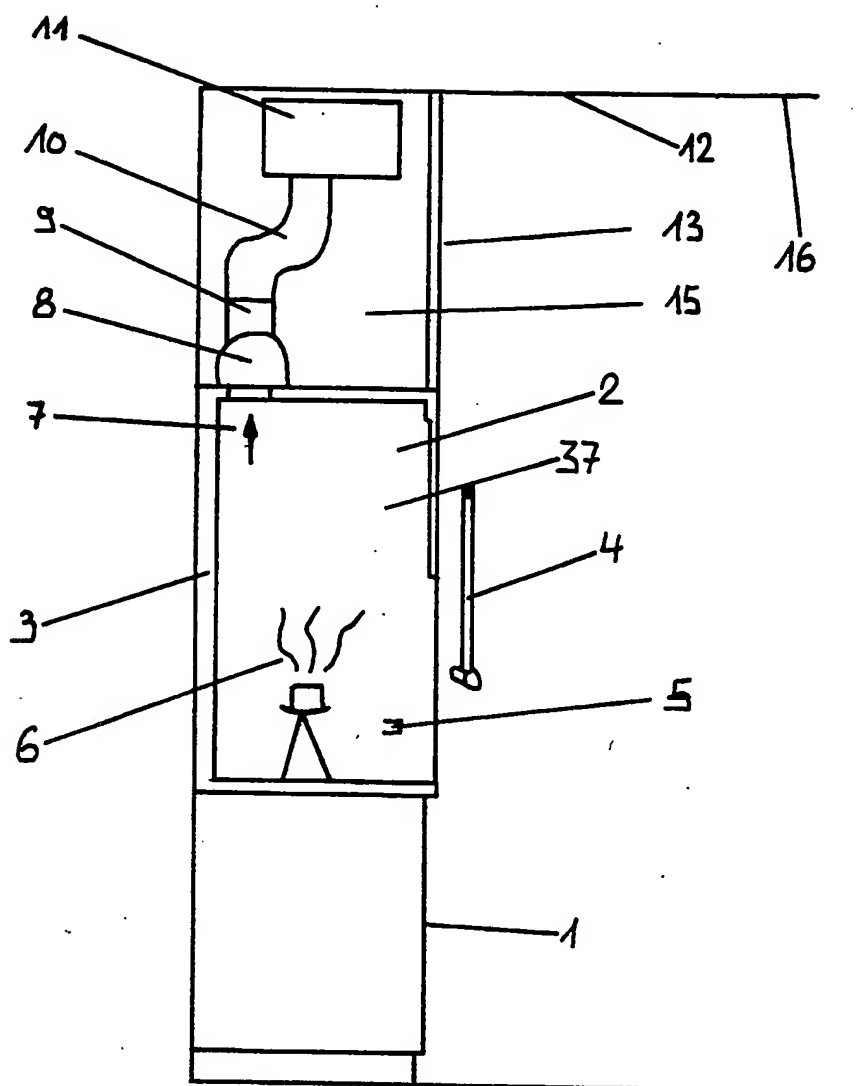


Fig. 1

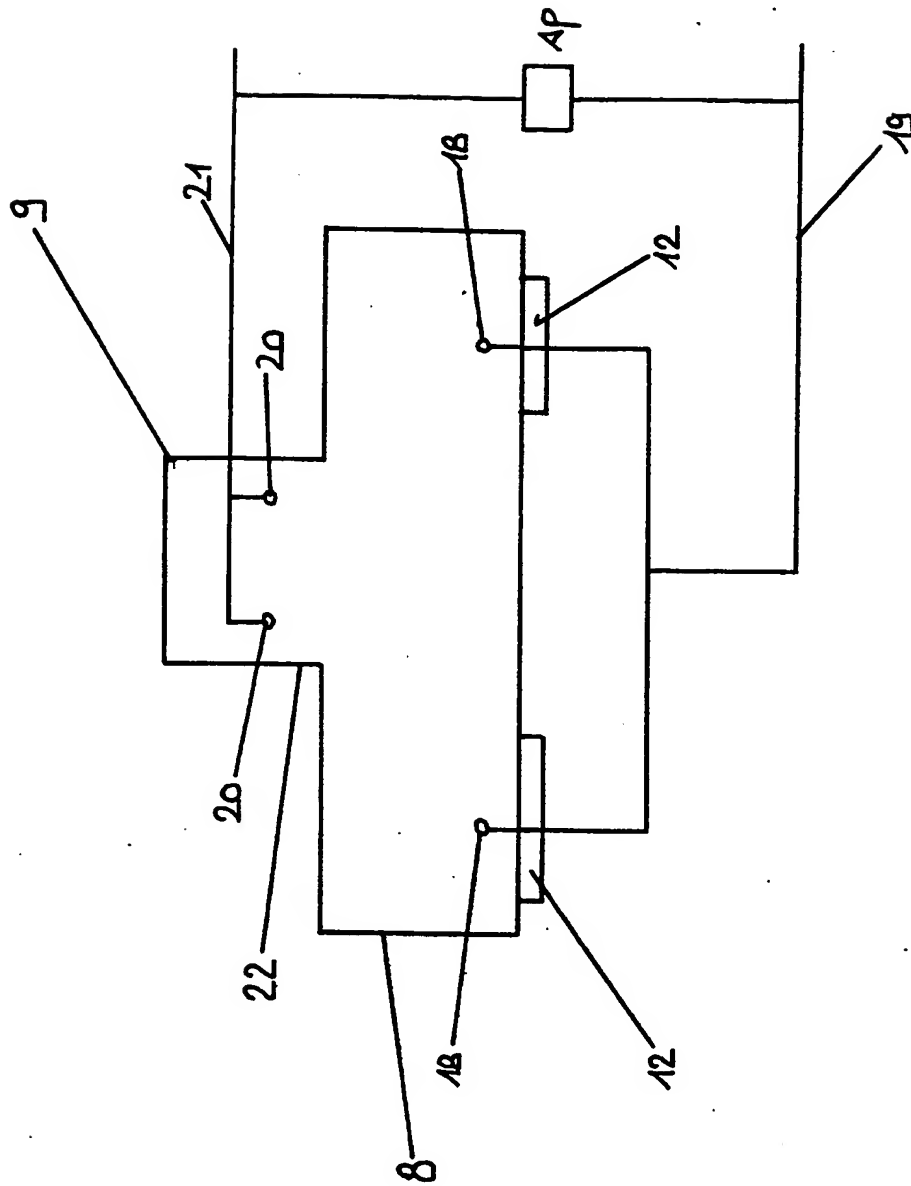


Fig. 2

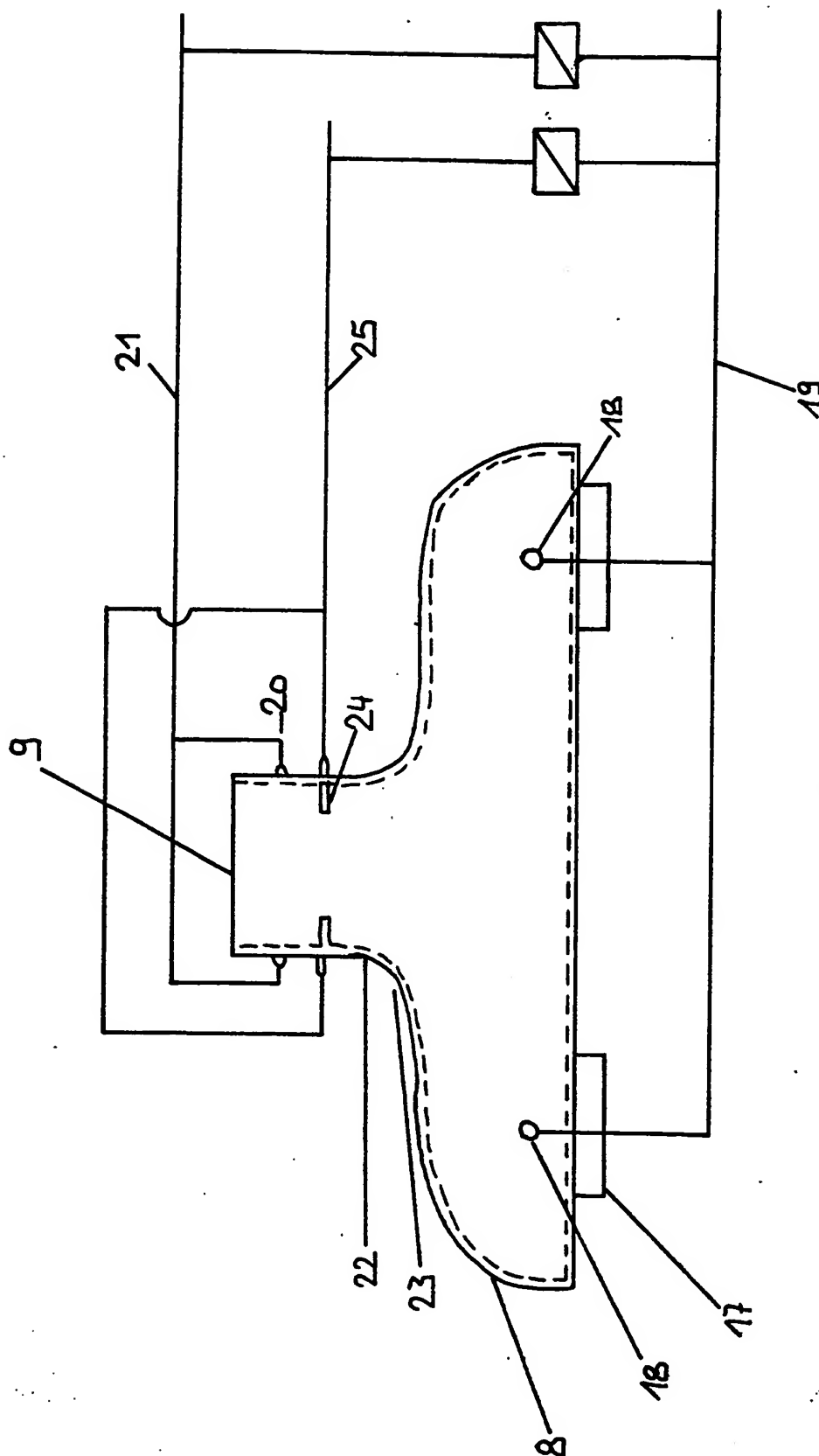
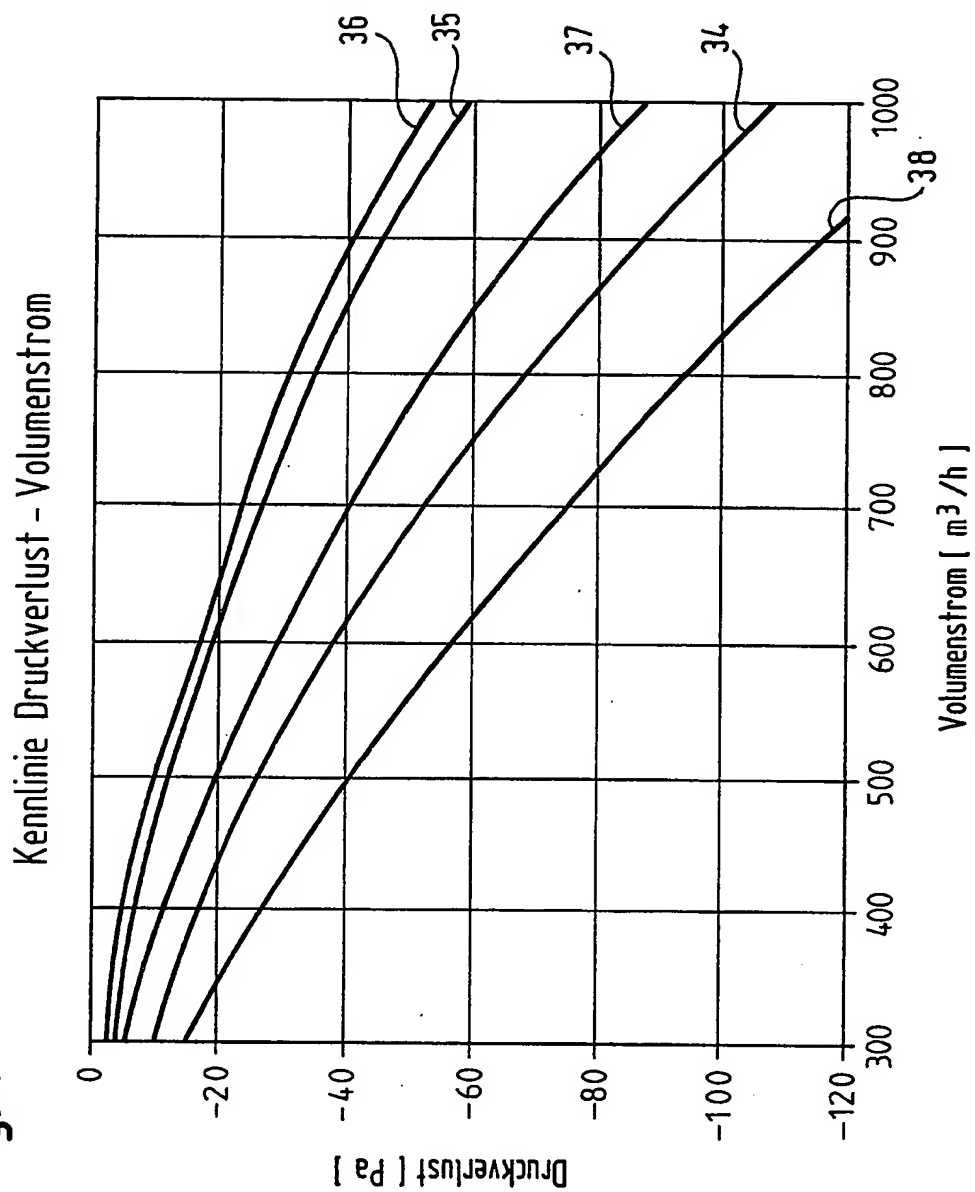


Fig. 3



Fig. 4



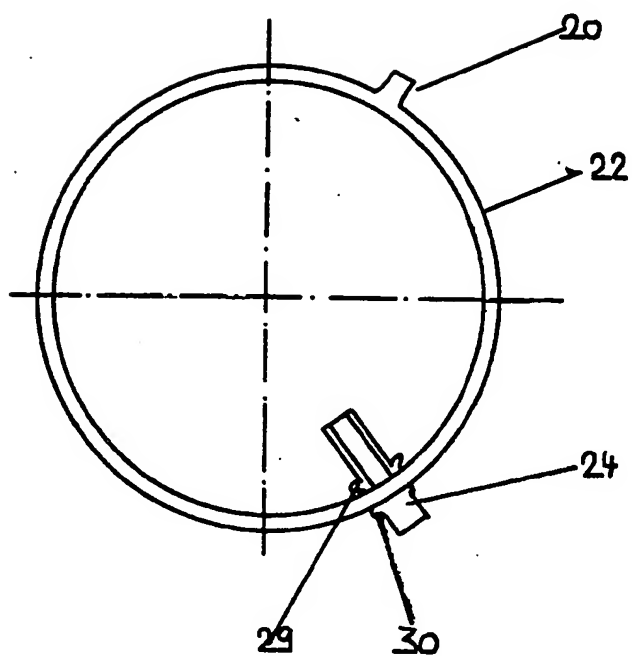


Fig. 5

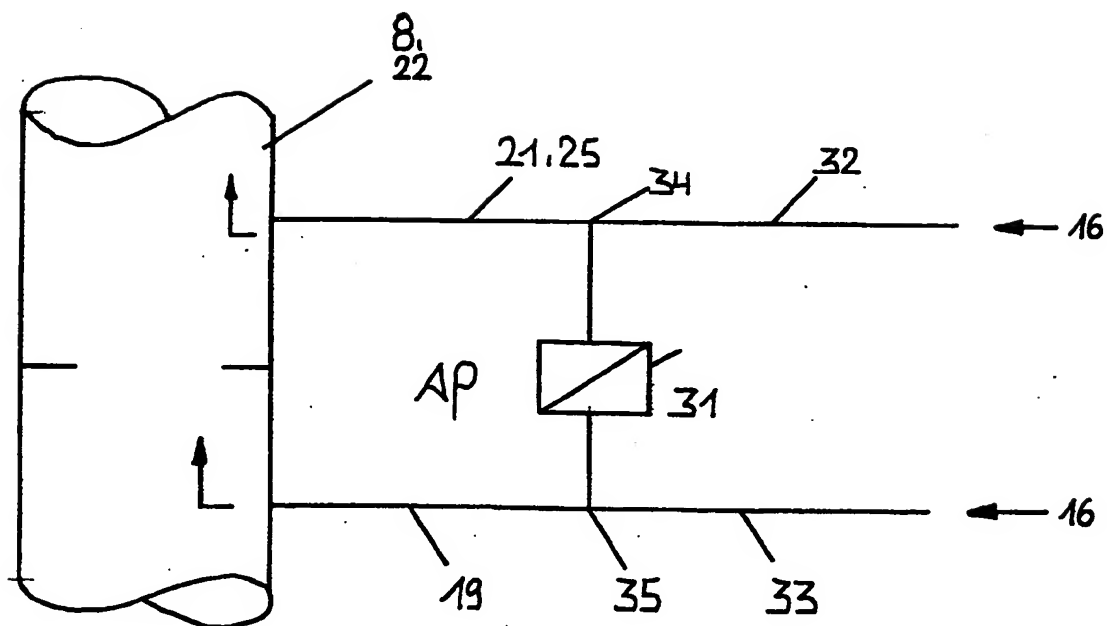


Fig. 6